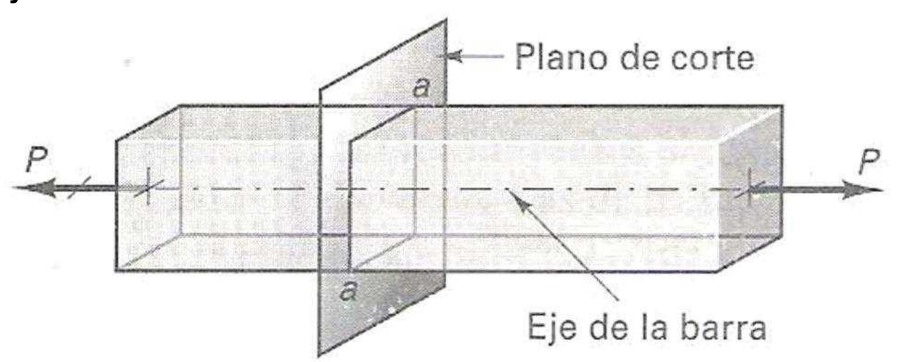
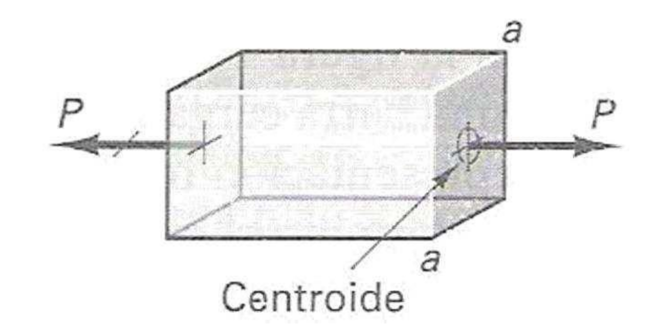
Esfuerzos en barras cargadas axialmente

En barras cargadas axialmente, la intensidad de la fuerza es principalmente axial.
El esfuerzo normal máximo es aquel que se desarrolla sobre secciones perpendiculares al eje de la barra.

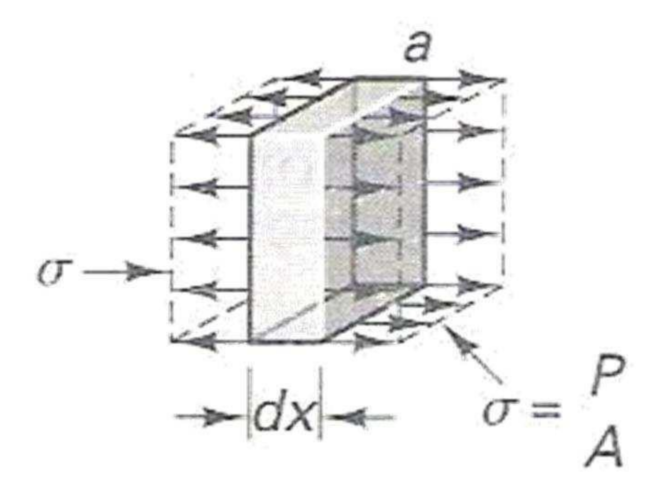




En la figura superior, la barra se encuentra sometida a una carga P en sentido axial, provocando **<u>tracción</u>**.

Idealmente la carga pasa por el eje de simetría de la barra.

A la derecha se grafica la distribución del esfuerzo sobre el área A.



La fuerza P, puede expresarse como:

(1) $$P = \int_A \sigma \cdot dA$$

Lo que significa que la carga P es equivalente a sumar los esfuerzos normales en todos los elementos infinitesimales $\int_A$.

El esfuerzo resultante es estáticamente equivalente a la fuerza P.

No siempre el esfuerzo normal σ es homogéneo en A, suponemos acá que el esfuerzo se encuentra uniformemente distribuido.

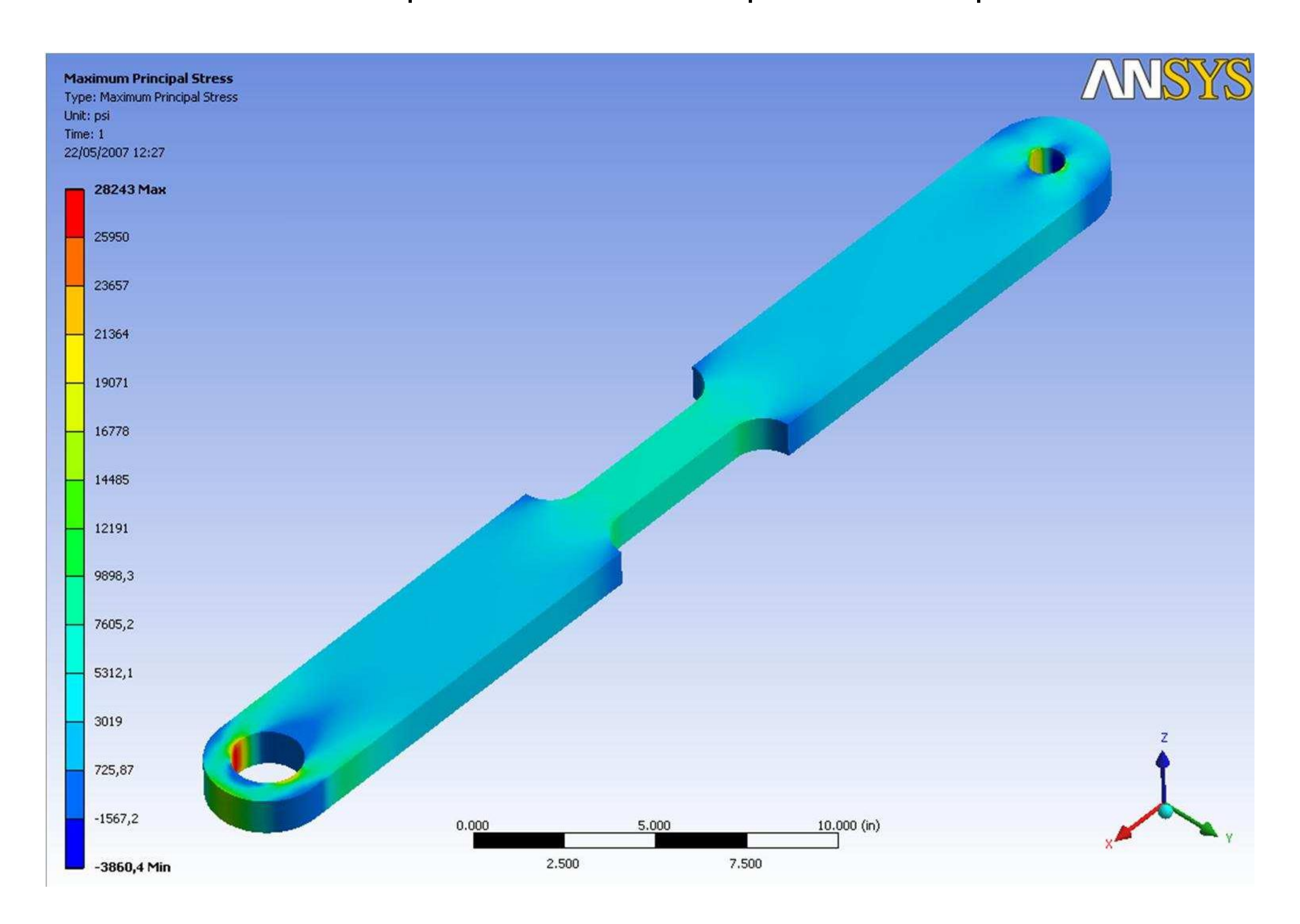
De (1) es posible obtener una ecuación básica pero muy útil para determinar el esfuerzo normal máximo en una barra cargada axialmente.

(2) $$\sigma = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}} = \frac{P}{A} \qquad \left[\frac{N}{m^2}\right] = [Pa]$$

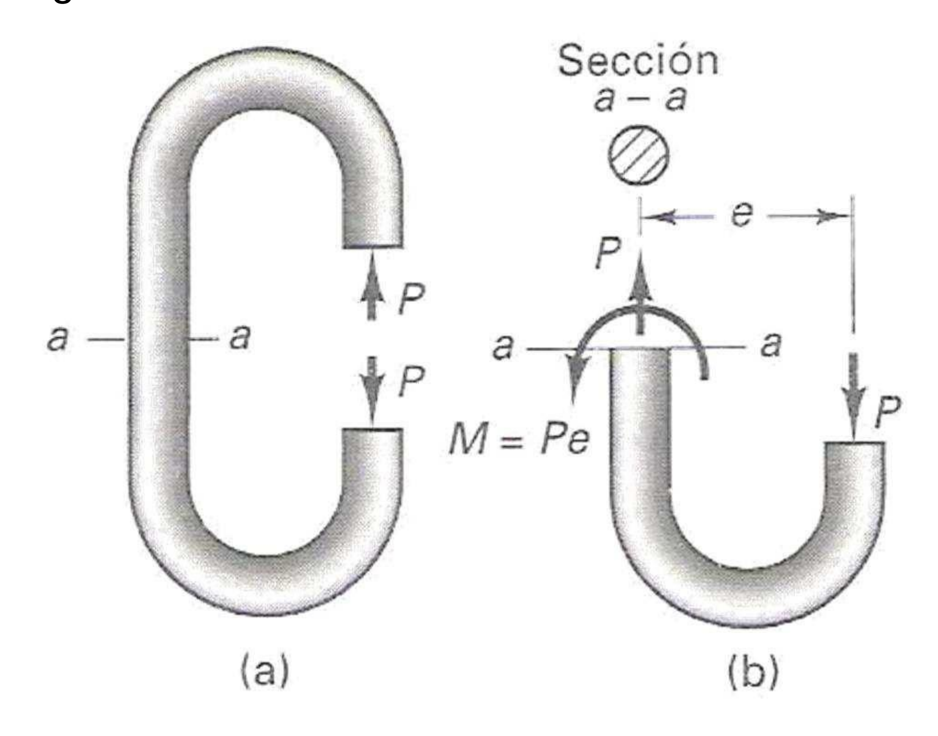
Por conveniencia usamos

$$\left[\frac{N}{mm^2}\right] = [MPa]$$

Estrictamente, la ecuación (2) solo es aplicable en barras de sección transversal constante. Cambios en el área transversal produce cambios abruptos en el comportamiento de esfuerzos.

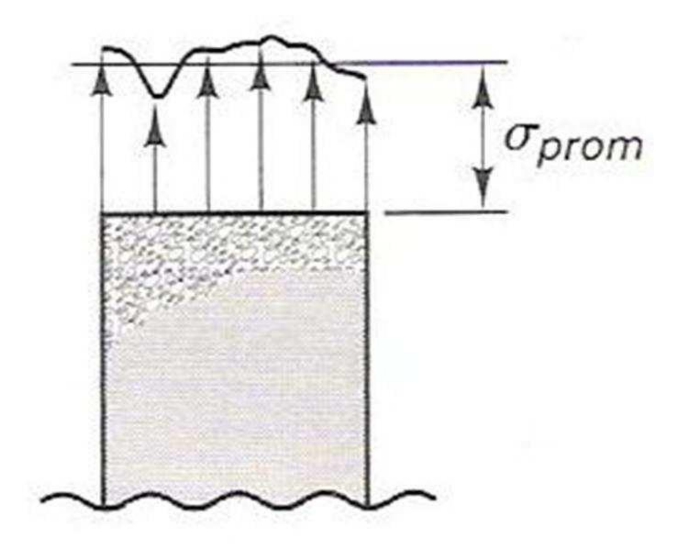


En componentes más complejos el comportamiento de esfuerzos no tiene regularidad de una barra cargada axialmente.



En **compresión** la ecuación (2) solo puede aplicarse en elementos robustos.

Otra suposición importante al usar la ecuación (2) es la **homogeneidad del material**, la verdadera distribución de esfuerzos es irregular producto de irregularidades en el material.

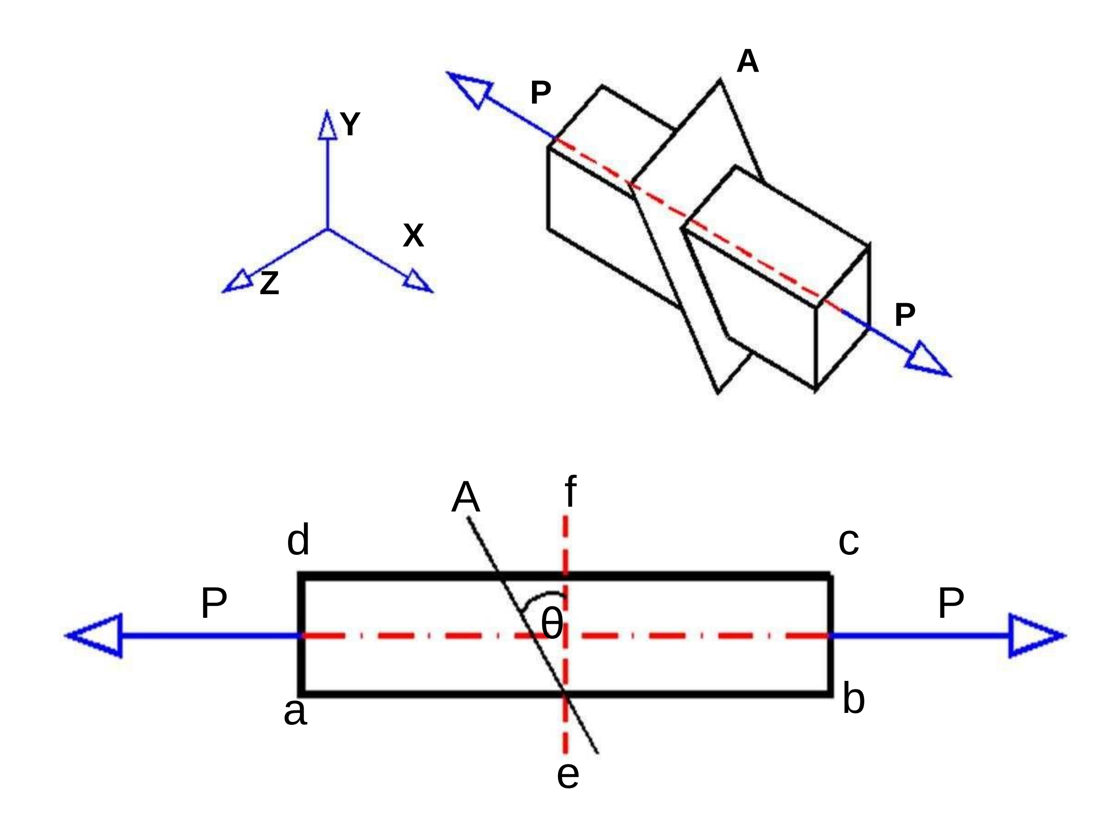


Existen además, **esfuerzos residuales** producto de los procesos mecánicos anteriormente aplicados; Forja, Soldadura, Conformado, etc.

En fundiciones, por ejemplo, las irregularidades del material también genera irregularidades en los esfuerzos.

Esfuerzo sobre secciones inclinadas en barras cargadas axialmente

Considere el esquema de la figura, en donde interesa determinar el comportamiento de esfuerzos en el plano inclinado A.

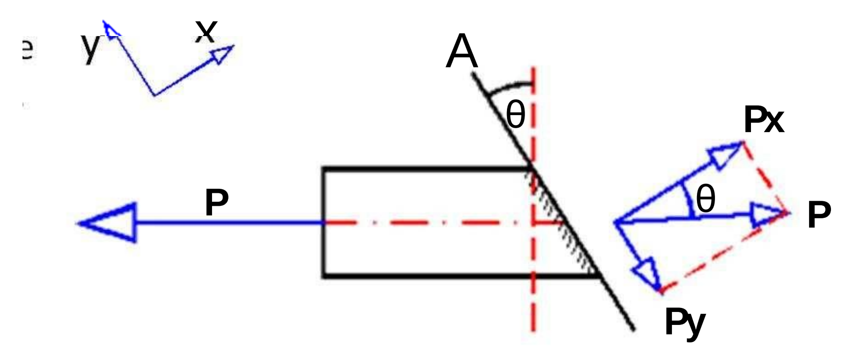


DCL a-e-f-d

Convenientemente, se ha escogido un sistema de referencia inclinado en la orientación del plano A. Luego,

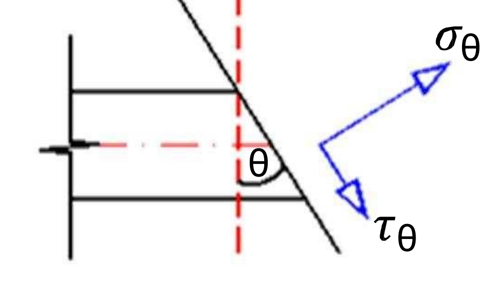
$Px = P * \cos(\theta)$

$Py = - P * sen(\theta)$



El esfuerzo normal a A esta dado por:

(3) $$\sigma_0 = \frac{\text{Fuerza normal}}{\text{Área}} = \frac{P \cdot \cos(\theta)}{\frac{A}{\cos(\theta)}} = \frac{P}{A}\cos^2(\theta)$$



Para el mismo plano inclinado,

(4) $$\tau_0 = \frac{\text{Fuerza paralela}}{\text{Área}} = \frac{-P \cdot sen(\theta)}{\frac{A}{\cos(\theta)}} = -\frac{P}{A}\cos(\theta) \cdot sen(\theta)$$

El signo negativo es consecuente con el sistema de referencia escogido en el DCL.

De (3) y (4) es posible deducir que el valor de esfuerzo depende de la orientación de la sección de área sobre la cual se realiza la evaluación.

Es posible deducir además, que el esfuerzo normal σ_θ alcanza su valor máximo en $\theta = 0°$, cuando la sección es perpendicular al área.

En $\theta = 0$

$$\tau\theta = 0 \quad y \quad \sigma\theta = \sigma_{max} = \frac{P}{A}$$

Determinación de τ_{max}

$$\tau_{max} \Rightarrow \frac{\delta\tau_\theta}{\delta\theta} = 0$$

Con $\tau_\theta = \frac{P}{A}\cos(\theta)\cdot\text{sen}(\theta)$

Convenientemente se ha omitido el signo de la ecuación

Luego, $\frac{\delta\tau_\theta}{\delta\theta} = \frac{P}{A}[\cos^2(\theta) - \text{sen}^2(\theta)] = \frac{P}{A}\cdot[2\cdot\cos^2(\theta) - 1]$

$$\frac{\delta\tau_\theta}{\delta\theta} = 0 \quad \text{con} \quad \theta = \frac{\pi}{4}$$

Luego τ_{max} ocurre sobre los planos ±45

Evaluando,

$$\tau_{\theta} = \left(\theta = \pi/4\right) = \frac{P}{A} \cdot \operatorname{sen}\left(\pi/4\right) \cdot \cos\left(\pi/4\right)$$

Se extrajo el signo (-) por simplicidad.

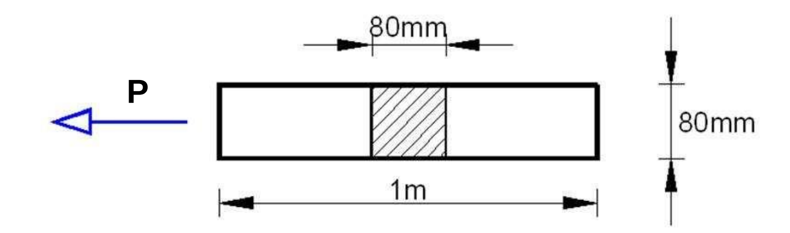
$$= \frac{P}{A} \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{A}$$

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{A} = \frac{\sigma_x}{2}$$

Luego, el esfuerzo cortante máximo de una barra cargada axialmente es la mitad del esfuerzo normal máximo.

Ejemplo

Una columna de sección cuadrada de 80 [mm] de lado y 1 [mm] de longitud es sometida a una carga de tracción de 640 [N] en forma axial.
Determine el esfuerzo normal del componente.



Desarrollo

Determinamos el esfuerzo mediante la expresión:

$$\sigma_{normal} = \frac{P}{A}$$

donde:

$$P = 640[N]$$

$$A = (80 \times 10^{-3})^2 \, [m^2] = 0{,}0064[m^2]$$

luego:

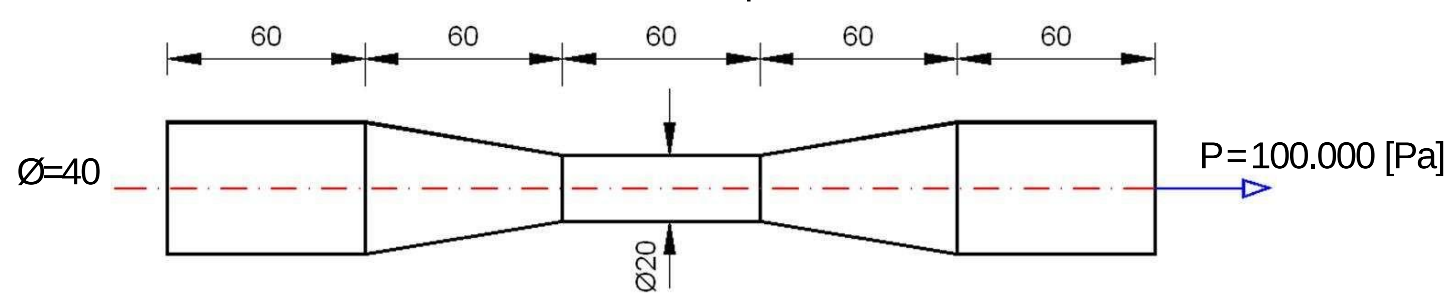
$$\sigma_{normal} = \frac{640\,[N]}{0{,}0064\,[m^2]} = 100.000[Pa] = 0{,}1[MPa]$$

Ejemplo

El cilindro que se muestra en la figura es sometido a una presión de 100.000 [Pa] en uno de sus extremos, en la dirección que se indica.

Determine la fuerza equivalente F_{eq}, producto de la presión.

Determine el máximo esfuerzo normal a que es sometido el cilindro.



Desarrollo

Para determinar la fuerza equivalente F_{eq}, multiplicamos la presión ejercida sobre el cilindro por el área de la zona del cilindro en donde la presión es ejercida.

Determinamos el área en cada una de las secciones del cilindro.

$$A_1 = \frac{\pi \cdot (\emptyset_1)^2}{2} = \frac{\pi \cdot 400}{2} = 628,3\ [mm^2]$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot (\emptyset_2)^2}{2} = \frac{\pi \cdot 1600}{2} = 2513,3\ [mm^2]$$

La fuerza equivalente F_{eq}, se transmite en igual magnitud a lo largo de todo el cilindro. (**Principio de transmisibilidad)**

$$F_{eq} = P \cdot A = 100.000\ [Pa] \cdot 2513,3 \times 10^{-6} [m^2] = 251,3\ [N]$$

El esfuerzo normal será máximo donde la sección transversal sea menor.

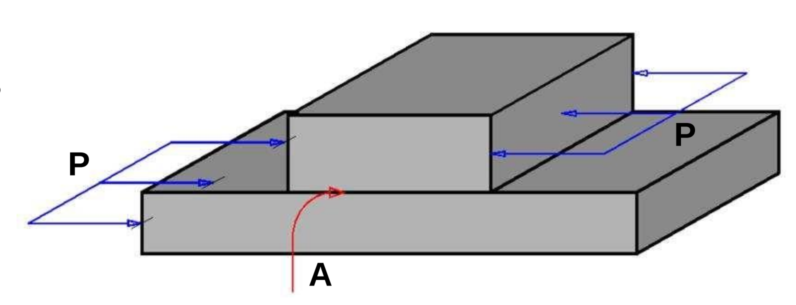
$$\sigma_{max} = \frac{F_{eq}}{A_1} = \frac{251,3 [N]}{628,3 \times 10^{-6} [m^2]} = 400.00\ [Pa]$$

Esfuerzos cortantes

En materiales poco resistentes al corte, la ecuación.

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_x}{2}$$

Es determinante en la resistencia de elementos cargados axialmente.

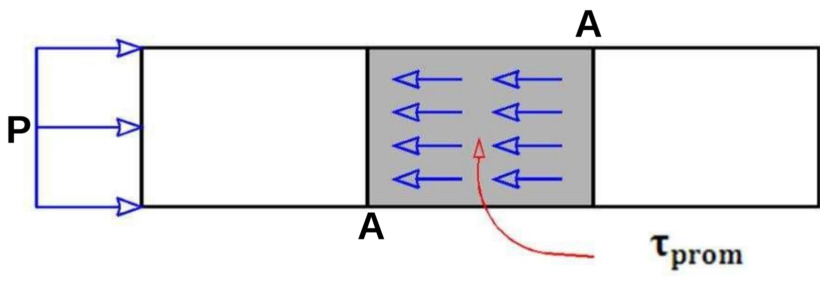


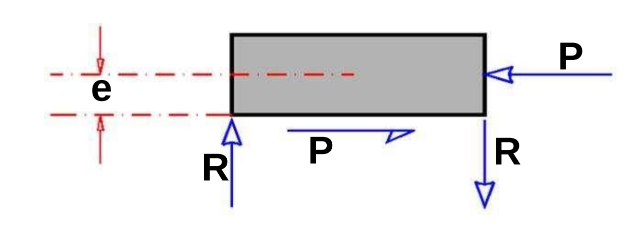
En aquellos casos en que es posible suponer un esfuerzo cortante uniformemente distribuido en un plano, es posible obtener $\tau_{prom.}$

Donde

$$\tau = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}} = \frac{V}{A}\left[\frac{N}{m^2}\right]$$

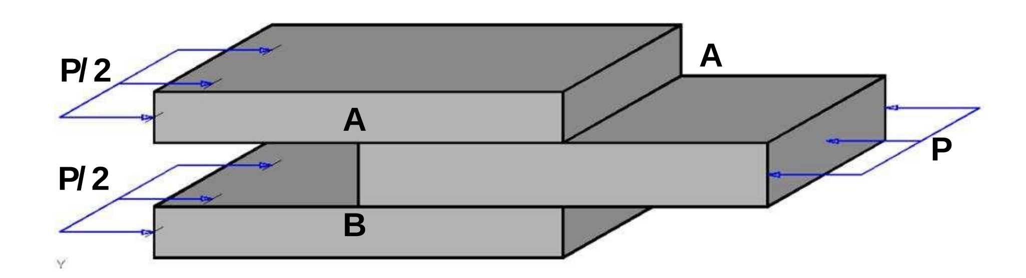
Gráficamente





$$\tau_{prom} = \frac{P}{A}$$

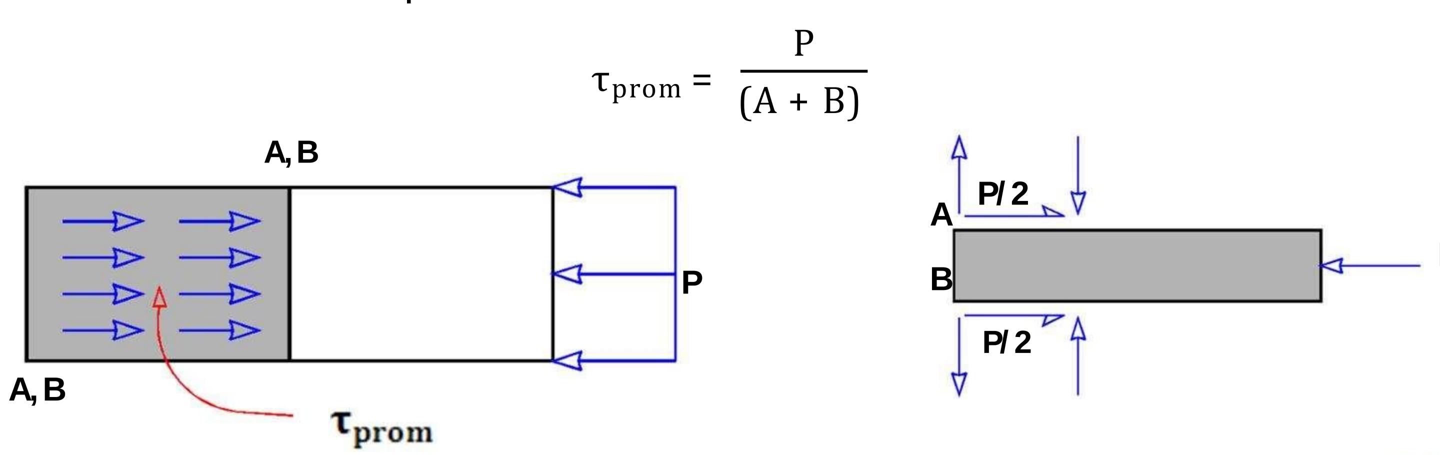
En el caso de dos superficies de contacto:



La reacción producida por P se distribuye en ambas placas.

El área en contacto es la suma del área de contacto entre las tres placas.

$$\tau_{prom} = \frac{P}{(A + B)}$$



Ejercicios

Considere las soldaduras de filete mostradas en la figura. Al notar que el esfuerzo crítico ocurre en la garganta ***ab*** con un filete a 45º, y considerando que se aplica una carga como se muestra en la figura; determine una expresión para el esfuerzo de corte en la zona soldada.

